

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-116341

(43)Date of publication of application : 05.07.1984

(51)Int.Cl.

C22C 1/00  
B23K 20/00  
C22F 1/10  
// B32B 15/01  
C22C 14/00  
C22C 19/03

(21)Application number : 57-232081

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 24.12.1982

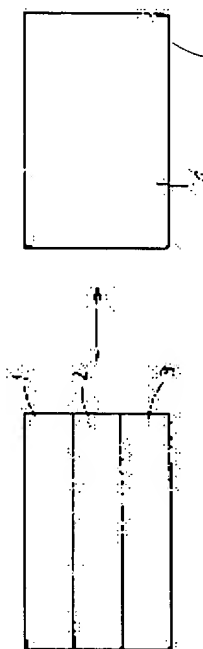
(72)Inventor : SAWADA KAZUO  
HAYASHI KAZUHIKO

## (54) PRODUCTION OF SHAPE MEMORY ALLOY MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an NiTi shape memory alloy material at a low cost with a heat treatment at a low temp. for a short time by joining alternately &ge;3 layers of members consisting of Ti and Ni wherein the weight ratio of Ni is regulated to bring the members into tight contact with each other then heating the members to form a TiNi phase.

CONSTITUTION: A rod wherein 3 layers; the 1st Ti rod 1, the 1st Ni rod 2, and the 2nd Ti rod 3 are superposed so as to contain 50W60wt% Ni by weight is prep'd. Such rod is then heated to diffuse Ti and Ni to each other thereby forming an intermetallic TiNi comp'd. at the boundary between the Ti and Ni, that is, the boundary between the Ti rod 1 and the Ni rod 2 and the boundary between the Ni rod 2 and the Ti rod 3. If the Ti and Ni are so selected as to have, for example, 1:1 atom ratio in the thickness direction of the rod, a thick plate 4 which is a shape memory alloy consisting of the single TiNi layer is obtd. by long-term heating.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-116341

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和59年(1984)7月5日

C 22 C 1/00

8019-4K

B 23 K 20/00

6939-4E

C 22 F 1/10

8019-4K

// B 32 B 15/01

2121-4F

C 22 C 14/00

6411-4K

19/03

7821-4K

発明の数 2

審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 形状記憶合金材の製造方法

⑯ 発明者 林和彦

⑰ 特 願 昭57-232081

⑱ 出 願 昭57(1982)12月24日

⑲ 発明者 澤田和夫

大阪市此花区島屋1丁目1番3

号住友電気工業株式会社大阪製作所内

大阪市此花区島屋1丁目1番3  
号住友電気工業株式会社大阪製作所内

⑳ 出 願 人 住友電気工業株式会社

大阪市東区北浜5丁目15番地

㉑ 代理人 弁理士 深見久郎 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

形状記憶合金材の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) Niの重量比が50~60重量%となるようにTiおよびNiからなる条、棒またはパイプなどの部材を交互に3層以上接合して密着させた後、加熱することによりTiNi相を生成されることを特徴とする、形状記憶合金材の製造方法。

(2) 前記Ni材とTi材との接合は、1層のTiまたはNi層を挟んでNiまたはTi層を配置するように行なわれる、特許請求の範囲第1項記載の形状記憶合金材の製造方法。

(3) 前記Ti材とNi材との接合後、少なくとも温間または冷間で少なくとも10%以上の減面率で加工し、加熱することによりTiNi相を生成させる、特許請求の範囲第1項または第2項記載の形状記憶合金材の製造方法。

(4) 前記Ni材またはTi材の少なくとも

一方がCu, Fe, Co, Al, V, Zr, Moおよび希土類元素などからなる群から選択される一種以上の元素を含有しており、加熱後にはTiNi相のTiまたはNiの多くとも20重量%が前記元素で置換されている、特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載の形状記憶合金材の製造方法。

(5) 40~50重量%のTiと、50~60重量%のNiと、少なくとも前記TiまたはNiの一部を置換しておりかつ多くとも全体の20重量%のCu, Fe, Co, Al, V, Zr, Mo, 希土類元素などからなる群から選択される一種以上の元素とを含むように、Ti, Niおよび前記一種以上の元素からなる条、棒またはパイプのような部材を3層以上に接合・密着させた後に、加熱して均一相を生成させることを特徴とする、形状記憶合金材の製造方法。

(6) 前記Ti材、Ni材および一種以上の前記元素材の接合後、少なくとも温間または冷間で少なくとも10%以上の減面率で加工し、加熱

することにより、均一相を生成させる、特許請求の範囲第5項記載の形状記憶合金材の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 発明の分野

この発明は、形状記憶合金材の製造方法に関し、特に反応拡散を利用するNiTi系形状記憶合金材の製造方法に関する。

#### 先行技術の説明

従来、NiTi系形状記憶合金材は、溶解—均一化焼鈍—熱間加工—冷間加工—中間軟化（冷間加工と中間軟化は多数回繰返される。）—繰または条に加工する工程—形状記憶効果を付与するための熱処理などの多数の工程を経て製造されていた。したがって、製造工程の簡略化と、熱間加工などに伴う酸化の防止が望まれていた。このような要請を満たすために、Ni材とTi材とを圧接させた後加熱し相互拡散により形状記憶合金材を得る方法が、同一出願人の未公開の先願に開示されている。このような反応拡散を利用する製造方法は、即板、細線状のTiNi形状記憶合金の製

造において、特に有利であることが示されている。NiおよびTiの拡散距離が短くて済むからである。しかしながら、単にTi材とNi材の2層を圧接させて熱処理するものにすぎないため、比較的厚い板の形状記憶合金材を製造するには、長時間の熱処理が必要である。したがって、それ以前の従来の製造方法に比べれば大幅に製造工程を簡略化しかつ形状記憶合金のコストを低減させるものではあったが、エネルギー利用の点から見れば未だ不十分なものであった。

#### 発明の目的

それゆえに、この発明は、反応拡散を用いたNiTi系形状記憶合金の製造方法を改良するものであり、低温かつ短時間の熱処理で製造し得るNiTi系形状記憶合金の製造方法を提供するものである。

この発明は、要約すれば、Niの重量比が50～60重量%となるようにTiおよびNiからなる条、線またはパイプなどの部材を交互に3層以上接合して密着させた後、加熱することによりT

iNi層を生成させることを特徴とする、形状記憶合金材の製造方法である。

この発明は、Ti材およびNi材を交互に3層以上接合・密着させた状態で加熱し反応拡散を利用することによりTiNi層を生成させるものである。第1図および第2図は、この発明の原理を説明するための断面図である。まず、第1図に示すように、第1のTi条1、第1のNi条2および第2のTi条3の3層が重ねられた条を準備する。次にこの条を加熱することにより、TiとNiとが相互に拡散し、TiとNiの界面、すなわち第1のTi条1と第2のNi条2との界面および第1のNi条2と第2のTi条3との界面にTiNi金属間化合物が生成する。今、第1図に示す条の厚み方向に、TiとNiがたとえば1対1の原子比を有するように選定すれば、長時間加熱することにより、第2図に示すような単一の層のTiNi層からなる厚板4が得られる。注目すべきことは、TiNi金属間化合物が、第1のNi条2の両側で生成する。したがって、厚み方向に

おけるTiNiの生成速度は、同一出願人の先願に開示された技術に比べて2倍となり、そのため単にTi材とNi材とを接合して拡散する方法に比べ、極めて短時間の熱処理により同一の厚みの厚板を製造し得ることが理解されるであろう。

第3図および第4図はこの発明の原理を説明するための他の例を示す概略斜視図である。ここでは、TiパイプとNiパイプとが交互に3層以上クラッドされている。すなわち最内周にTiからなる第1のTi棒10が配置されており、そのすぐ外側に第1のNiパイプ11が重ねられており、さらにその外周に第2のTiパイプ12がクラッドされている。したがって、第1のNiパイプの内面と外面の両方で、TiNi金属間化合物が生成し、第1図および第2図に示した例と同様に短時間でTiNi単層の太線14を製造し得る。

好ましい実施例によれば、Cu, Fe, Co, Al, V, Zr, Mo, 希土類元素などの元素からなる群から選択される一種以上の元素を含有するNi材またはTi材が用いられる。これらの元

素を含有させることにより、変態温度を変化させることができる。しかしながら、この種の元素を含有させれば完成した合金の加工性が低下するという問題がある。しかしながら、この発明では、相互拡散処理を行なう前に予め所望の形状の近傍まで加工することが可能であるため、極めて容易に所望の形状の形状記憶合金材を得ることができる。

さらに、この発明では、最終的に得られるNiTi合金の多くとも20重量%が上述の一種以上の元素で置換されているように、Ti材、Ni材およびこの一種以上の元素からなる部材を、3層以上に接合・密着させた後に、加熱してもよい。

さらに好ましくは、TiとNiとの接合後、少なくとも温間または冷間で少なくとも10%以上の減面率で加工し、加熱してもよい。このような減面率で予め加工しておくことにより、所望の形状の形状記憶合金を容易に得ることができる。

この発明のその他の目的および特徴は、図面を参照して行なう以下の詳細な説明により明らかと

なろう。

#### 実施例の説明

##### 実施例 1

厚さ0.05mm、幅20mmのNi条、厚さ0.16mm、幅20mmのTi条と、厚さ0.05mm、幅20mmの第2のNi条とを、Ti条を中央にして3層構造に重ね合わせた。次に温間圧延により、全体を0.15mmの厚さに圧延した後、980℃の温度で24時間加熱し、さらに冷間圧延により0.1mmの厚さにし、NiTi合金条を作成した。作成したNiTi合金条に、一直線となる形状を有するように張力を付加しつつ500℃で10分間保持し、この直線形状を記憶させた。次に、室温に戻し曲線形状を有するように変形した後、80℃の熱湯中に浸漬した。熱湯に浸漬されたこの合金部材は、もとの形状すなわち直線形状に完全に回復した。

##### 実施例 2

厚さ0.5mm、幅10mmのNi条と、厚さ0.8mm、幅10mmのTi条とを交互に4層重ねし、

温間圧延と冷間圧延により全体の厚みが0.5mmとなるようにクラッドした後、真空中で1000℃の温度で50時間加熱した。このとき、条はTiNiの単相となった。この条を直線状に固定し、450℃の温度で30分間保持し、直線形状を記憶させた。次に、室温に戻し曲線形状に変形した後、70℃の湯水中に浸漬した。浸漬された条は、完全にもとの直線形状に回復した。

##### 実施例 3

0.5重量%のCoを含有する厚さ0.2mmのNi合金条と、厚さ0.3mmのTi条を交互に8層重ねし、温間圧延によりその全体の厚みが1mmとなるようにクラッドした。次に、真空中で900℃の温度で、80時間加熱した。作成した合金条を、曲線形状に固定し、500℃で20分間加熱した。次に、室温に戻し丸め込んだ後放置すると、もとの形状に回復した(超弾性効果)。

##### 実施例 4

直径1mmのNi線材に、Tiパイプを嵌合し、さらにその外側にNiパイプを嵌合して、断面積

比が、重量に換算して、Ni部分が55重量%、Ti部分が45重量%となるように構成した。次に、約50%の減面率で冷間加工した後、1000℃で24時間熱処理した。さらに、これを約20%の減面率で冷間加工して製造した線材を、コイル状に密に巻回し、480℃の温度で約15分間加熱した。出来上がったコイルを室温で引張り、80℃の熱湯中に浸漬すると、もとの縮んだコイル形状を回復した。

#### 発明の効果

以上のように、この発明によれば、Niの重量比が50~60重量%となるように、TiおよびNiからなる条、線またはパイプなどの部材を交互に3層以上接合して密着させた後加熱することにより、TiNi相を生成させるので、2個以上の部分で反応拡散が進行し、したがって厚板あるいは太線の形状の形状記憶合金を極めて容易に製造することが可能となる。また、同一の厚みの形状記憶合金板あるいは同一径の形状記憶合金線を製造する場合であっても、同一出願人の先願に開

示された技術に比べて、低価格かつ短時間の熱処理で製造することが可能となる。なお、この発明の製造方法は反応拡散を利用するものであるため、従来の溶解-熱間加工などの工程を利用する製造方法に比べて、製造工程および製造時間を大幅に簡略化し得るものであることは言うまでもない。したがって、低価格のNiTi系形状記憶合金材を得ることが可能となる。

この発明は、感温素子、バイメタル、各種のアクチュエータ、超弾性ばねおよび防振材料など様々な分野において用いられ得ることを指摘しておく。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図は、この発明の原理を説明するための断面図であり、第1図は反応拡散前の積層状態を示す図であり、第2図は反応拡散が終了した状態を示す図である。第3図および第4図は、この発明の原理を説明するための第2の例の概略斜視図であり、第3図は反応拡散前の状態を示す図であり、第4図は反応拡散終了後の状態を示す図である。

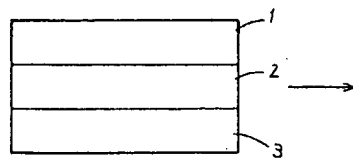
示す図である。

図において、1、3はTi条、2はNi条、4はTiNi相、10はTi棒、11はNiパイプ、12はTiパイプ、および14はTiNi線を示す。

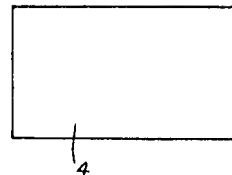
特許出願人 住友電気工業株式会社

代理人 弁理士 深見久郎  
(ほか2名)

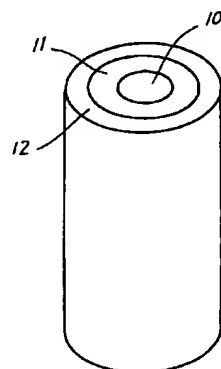
第1図



第2図



第3図



第4図

